N O T I C E D ' E M P L O I

Version **07/09**

CE

Kit d'apprentissage de l'électronique pour débutants

N° de commande 19 22 30

Le présent mode d'emploi fait partie intégrante du produit. Il comporte des directives importantes pour la mise en service et la manipulation de l'appareil. Tenir compte de ces remarques, même en cas de transfert du produit à un tiers.

Conserver ce mode d'emploi afin de pouvoir le consulter à tout moment.

La table des matières avec indication des pages correspondantes se trouve à la page 2.

Table des matières

1 Préparations 3

2 Premiers essais avec DEL 9

2.1 DEL avec résistance ballast 9

2.2 Sens du courant 11

2.3 Intensités de courant 12

2.4 Lampe de signalisation avec interrupteur 13

3 Technique de commutation DEL 15

3.1 Le seuil diode 15

3.2 Montage en série 17

3.3 Peu d'énergie - beaucoup de lumière 19

3.4 Montage en parallèle 20

3.5 Jeux de couleurs 22

3.6 Lampe flash 23

4 Appareils de test avec DEL 24

4.1 Testeur de câbles 24

4.2 Détecteur d'eau 25

4.3 Système d'alarme 26

4.4 Testeur de polarité 27

4.5 Testeur de piles 28

4.6 DEL en tant que capteur de température 29

5 Circuits à transistors 31

5.1 Amplification 31

5.2 Régulation de correspondance 32

5.3 Capteur de contact 33

5.4 DEL en tant que capteurs de lumière 34

5.5 Luminosité constante 35

5.6 Capteur de température 36

5.7 Allumer et éteigner 37

5.8 Clignotant DEL 39

1 Préparations

Ce kit d'apprentissage vous facilite le début dans l'électronique. D'abord on aimerait vous présenter les composants.

Panneau à fiches
Tous les essais sont montés sur une platine expérimentale de laboratoire.
Le panneau à fiches disposant au total de 270 contacts dans un quadrillage de 2,54 mm assure les liaisons en toute sécurité des circuits intégrés (CI) et des composants individuels.

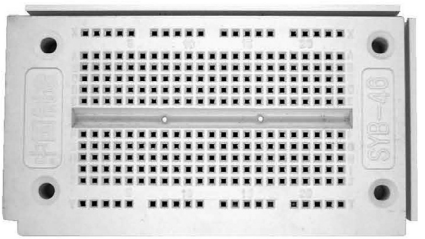

Fig. 1.1 : Le champ expérimental

Dans sa partie centrale, le panneau à fiches a 230 contacts qui sont raccordés de façon conductrice par des bandes verticales à 5 contacts. De plus, 40 contacts aux bords, composés de deux bandes à ressort de contact de 20 contacts chacune, assurent l'alimentation électrique. Le panneau à fiches dispose ainsi de deux possibilités d'alimentation indépendantes. La figure 1.2 indique toutes les connexions internes. Vous apercevrez les lignes de contact courtes au milieu et les lignes d'alimentation longues au bord.

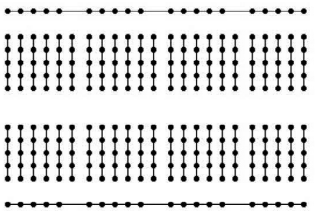

Fig. 1.2: Les lignes de contact internes

L'insertion de composants nécessite une dépense relativement élevée de force. Les fils de connexion peuvent donc facilement être pliés. Il est important que les fils sont introduits exactement par le dessus. Utilisez à cet effet une pincette ou une petite pince. Un fil est à saisir dans une distance minimale par rapport au panneau à fiches et à pousser verticalement en bas. Ainsi vous pouvez également introduire des fils de connexion sensibles comme les bouts étamés du clip de la pile.

Pour les essais, vous nécessitez des pièces de fil plus courtes et plus longues. Vous devez les découper du fil de connexion fourni avec le produit. Pour dénuder les bouts de fil il s'est avéré pratique d'entailler l'isolation autour du fil par un couteau tranchant.

Pile

L'aperçu suivant vous montre les composants dans leur vraie apparence ainsi que les symboles de connexion comm on les utilise dans les plans électriques. Au lieu d'une pile vous pouvez également employer par ex. un bloc secteur enficheable.

Fig. 1.3: La pile et son symbole de connexion

Vous ne devriez pas utiliser de pile alcaline ni d'accumulateur mais des simples piles charbon-zinc. Certes, une pile alcaline présente une durée de vie plus élevée, mais en cas de panne, par ex. lors d'un court-circuit, elle fournit, tout comme un accumulateur, des courants très élevés de jusqu'à plus de 5 A, qui peuvent chauffer fortement les fils fins ou la pile même. Le courant de court-circuit d'une pile bloc charbon-zinc s'élève en revanche dans la plupart des cas à moins de 1 A. Cela pourrait entraîner la destruction de quelques pièces sensibles, mais un risque de brûlures ne se pose pas.

Le clip de la pile fourni est doté d'un câble de connexion avec toron flexible. Les bouts des câbles sont dénudés et étamés. Ils sont alors assez rigides pour pouvoir les introduire dans les contacts du panneau à fiches. Ils peuvent cependant perdre leur forme par une pose fréquente. Il est donc recommandé de laisser toujours branchés les raccords de la pile et de ne retirer que le clip de la pile.

Un élément individuel de charbon-zinc ou alcalin a une tension électrique de 1,5 V. Dans une pile, plusieurs éléments sont couplés en série. Les symboles de connexion représentent ainsi le nombre d'éléments dans une pile. Pour les tensions élevées il est habituel d'esquisser les éléments moyens par une ligne de traits.

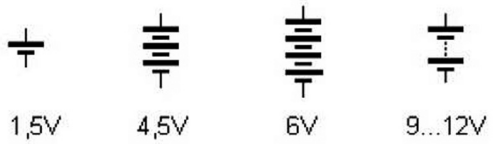

Fig. 1.4: Les symboles de connexion pour les différentes piles

Diodes luminescentes

Le kit d'apprentissage DEL contient deux DEL rouges ainsi qu'une DEL verte et une DEL jaune. Pour toutes les diodes luminescentes vous devez impérativement respecter la polarité correcte. Le pôle négatif est appellé cathode et se trouve sur le fil de connexion plus court. Le pôle positif est appellé anode. A l'intérieur de la DEL vous apercevrez un support en forme de calice pour le cristal DEL qui se trouve près de la cathode. L'anode est reliée par un petit fil extrêmement fin à un contact sur la face supérieure du cristal. Attention ! Contrairement aux ampoules, les DEL ne doivent jamais être connectées directement à une pile. Une résistance ballast est toujours nécessaire.

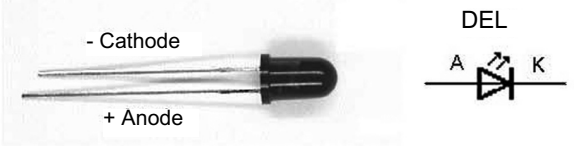

Fig. 1.5: La diode luminescente

Les résistances

Les résistances dans le kit d'apprentissage sont des résistances à couche de carbone à tolérances de ±5 %. Le matériau de résistance est appliqué sur une support en céramique et revêté par une couche de protection. L'inscription se fait sous forme de bagues colorées. Outre la valeur de résistance, la classe de précision est également indiquée.

Fig. 1.6: Une résistance

Les résistances avec une tolérance de ±5 % existent dans les valeurs de la série E24, chaque décade contenant 24 valeurs avec une distance a peu près régulière par rapport aux valeurs voisines.

Tableau 1.1 : Les résistances selon la série normée E24

1,0	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6
1,8	2,0	2,2	2,4	2,7	3,0
3,3	3,6	3,9	4,3	4,7	5,1
5,6	6,2	6,8	7,5	8,2	9,1

Le code de couleurs est lu à partir de la bague la plus proche du bord de la résistance. Les deux premières bagues représentent deux chiffres, la troisième bague représente un multiplicateur de la résistance en ohms. Une quatrième bague indique la tolérance.

Tableau 1.2 : Le code de couleurs de la résistance

Couleur	**Bague 1** **1er chiffre**	**Bague 2** **2. chiffre**	**Bague 3** **Multiplicateur**	**Bague 4** **Tolérance**
Noir		0	1	
Marron	1	1	10	1 %
Rouge	2	2	100	2 %
Orange	3	3	1.000	
Jaune	4	4	10.000	
Vert	5	5	100.000	
Bleu	6	6	1.000.000	
Violet	7	7	10.000.000	
Gris	8	8		
Blanc	9	9		
Or			0,1	5 %
Argent			0,01	10 %

Une résistance avec les bagues de couleur jaune, violet, marron et or représente une valeur de 470 ohms avec une tolérance de 5 %. Dans le kit d'apprentissage se trouvent toujours deux résistances pour les valeurs suivantes :

100 Ω	Marron, noir, marron
220 Ω	Rouge, rouge, marron
330 Ω	Orange, Orange, Marron
470 Ω	Jaune, violet, marron
1 kΩ	Marron, noir, rouge
10 kΩ	Marron, noir, orange
100 kΩ	Marron, noir, jaune

Transistors
Les transistors sont éléments servant à l'amplification de petits courants. Les transistors utilisés ici du nom BC547 sont des transistors NPN silicium.

Fig. 1.7: Les transistors

Les connexions du transistor sont appelées émetteur (E), base (B) et collecteur (C). Pour les deux transistors, la connexion de base se trouve au milieu. L'émetteur se trouve à droite lorsque vous regardez l'inscription et que les connexions pointent en bas.

Condensateur
Un autre composant important dans l'électronique est le condensateur. Un condensateur est composé de deux surfaces métalliques et une couche d'isolation. Si on applique une tension électrique, un champ d'intensité électrique se forme entre les plaques du condensateur dans lequel s'est accumulé de l'énergie. Un condensateur d'une grande surface de plaques et d'une petite distance entre les plaques a une capacité élevée, c'est-à-dire qu'il peut accumulateur une charge importante lors d'une tension donnée. La capacité d'un condensateur est mesurée en Farad (F).

Les grandes capacités sont obtenues par les condensateurs électrolytiques. L'isolation se compose dans ce cas d'une couche très fine d'alumine. Le condensateur électrolytique contient un élecrolyte liquide ainsi que des films d'aluminium enroulés d'une grande surface. La tension ne doit être appliquée que dans un seul sens. Dans le mauvais sens, un courant de fuite se forme qui décomposera graduellemnet la couche d'isolation ce qui entraîne la destruction du composant. Le pôle négatif est marqué par un trait blanc et sont fil de connexion est plus court.

Fig. 1.8: Un condensateur électrolytique

2 Premiers essais avec DEL

Avec une pile et une petite ampoule on pourrait essayer différentes choses jusqu'à ce que l'ampoule s'allumerait. Avec une DEL cela n'est pas possible car le branchement direct sur une pile pourrait rapidement détruire la DEL. Il faut planifier un peu plus exactement : Importent la tension correcte, la polarité correcte, une résistance ballast appropriée. Ce n'est pas difficile. Essayez les circuits proposés pour vous familiariser à la manipulation des DEL en toute sécurité.

2.1 DEL avec résistance ballast

Montez votre premier circuit électrique avec une pile, une DEL et une résistance ballast. Utilisez une DEL rouge et une pile de 9 V. En employant la plus grande résistance du kit d'apprentissage (1 kΩ = 1000 Ω, couleurs : marron, noir, rouge) vous jouez la carte de la sécurité en ce qui concerne le courant DEL. La figure 2.1 représente le montage du circuit dans un schéma électrique.

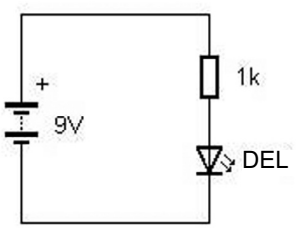

Fig. 2.1: Le schéma électrique avec DEL et résistance ballast

Utilisez le panneau à fiches pour le montage. La ligne d'alimentation supérieure doit être reliée au pôle positif de la pile, donc à la connexion rouge du clip de la pile. De manière corresprndante, la ligne inférieure doit être reliée à la connexion noire du clip, donc au pôle négatif de la pile. Ainsi, le montage ressemble au schéma électrique de sorte qu'un contrôle d'erreur ne pose aucun problème. Pliez les fils de connexion des DEL et des résistances de manière à ce qu'ils puissent être enfoncés dans les contacts. Quelques fils de connexion ont été raccourcis afin de permettre une meilleure représentation, spécialement pour l'installation d'essai et les photos. Pour vos expériments vous devriez laisser les fils non raccourcis pour que les composants peuvent toujours être utilisés pour toutes sortes d'essai.

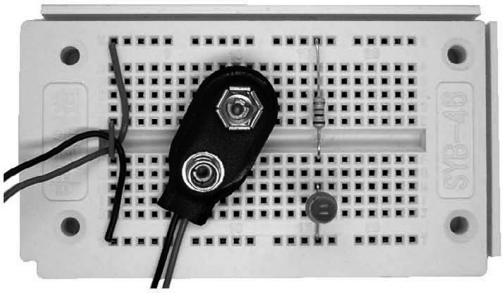

Fig. 2.2: Le montage sur la platine à fiches

Probablement, l'essai fonctionnera d'emblée. La DEL s'allume clairement. Sinon, vous devez chercher l'erreur. Toute interruption à un endroit quelconque du circuit électrique évite tout courant. Contrôlez donc toutes les conduites et la position des composants sur la platine à fiches. Une autre erreur possible est l'insertion iversée de la DEL. Et finalement, la pile pourrait être vide. Cependant, vous constaterez que même les piles très vieilles sont toujours en mesure d'allumer faiblement une DEL.

Essayez une autre variante de montage. Inversez la DEL et la résistance. Le courant parcourt alors d'abord la DEL et puis la résistance. L'effet est pourant le même que dans le cas inversé. Seul importe alors que tous les trois composants sont arrangés dans un circuit électrique fermé.

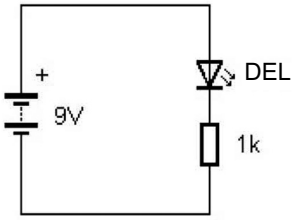

Fig. 2.3: Composants inversés

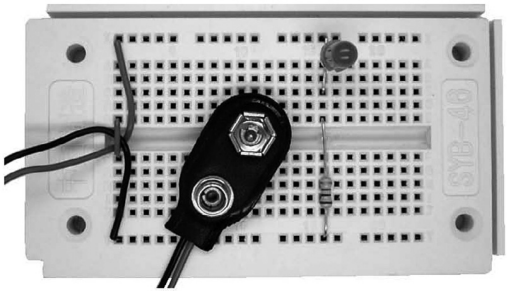

Fig. 2.4: DEL et résistance inversées

2.2 Sens du courant

Tournez la DEL de sorte que l'anode se trouve au pôle négatif de la pile. Rien ne s'allume plus ! Le courant ne peut alors passer par la DEL que dans un seul sens. Le sens passant est le sens du courant de l'anode vers la cathode, donc lorsque l'anode est orientée vers le pôle positif de la pile et la cathode est orientée vers le pôle négatif. Dans le sens inverse, la DEL bloque. Une diode fonctionne en quelque sorte comme une vanne électrique. Elle ne s'allume que lorsque le courant y passe. La figure 2.5 indique la DEL en sens inverse. Elle ne peut pas s'allumer ainsi.

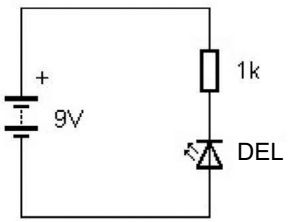

Fig. 2.5: La DEL en sens inverse

Les flèches dans le symbole de connexion de la diode luminescente dans la figure 2.6 indiquent le sens du courant électrique. Le sens du courant a été déterminé arbitrairement pour des raisons historiques, tout comme les désignations Plus et Moins. Le courant passe donc toujours du pôle positif de la pile par le consommateur vers le pôle négatif de la pile. Aujourd'hui on sait que les électrons de charge négative se déplacent de manière exactement inverse dans les fils que l'indiquent les flèches dans la figure 2.6. En effet il y a aussi des porteurs de charge positive, par exemple dans les liquides, qui se déplacent dans le sens du courant. Egalement à l'intérieur de la DEL même on trouve des porteurs de charge aussi bien négative que positive.

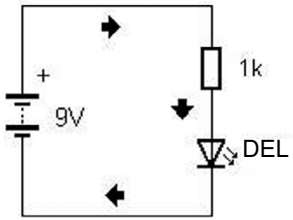

Fig. 2.6: Définition du sens de courant

2.3 Intensités de courant

Utilisez maintenant au lieu de la résistance de 1 kw une résistance plus petite de 470 Ω (jaune, violet, marron). La DEL s'allume nettement plus clairement. Cela indique le courant plus élevé. La règle est : Plus la résistance est élevée, plus le courant est petit. Vous trouverez des calculs plus précis plus tard dans cette notice.

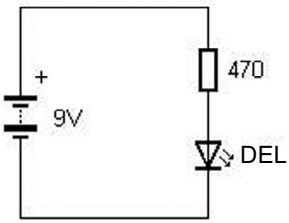

Fig. 2.7: Plus de luminosité avec une résistance ballast plus petite

Etudiez la luminosité de toutes les DEL avec les résistances de 1 kΩ (marron, noir, rouge), 470 Ω (jaune, violet, marron) et 330 Ω (orange, orange, marron). Utilisez pourant aucune résistance inférieure à 330 Ω, sinon un courant trop élevé qui met en danger les DEL pourrait se former dans ce circuit avec une pile de 9 V.

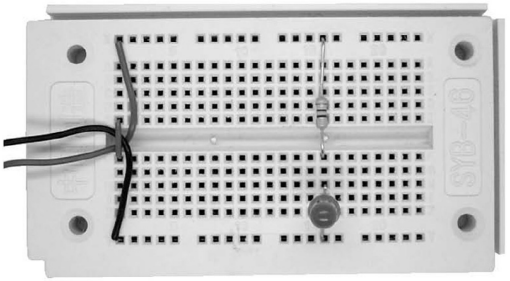

Fig. 2.8: La résistance ballast de 470 Ω

Pour les DEL utilisées, un courant permanent de 20 mA est admis. Le tableau suivant indique que le courant réel dépend de la DEL utilisée et de la résistance ballast. Parfois, le courant admis est dépassé légèrement. Pour une courte durée, cela ne pose aucun problème. Seulement en cas d'une surcharge prolongée, les DEL vieillissent plus rapidement et perdent de leur luminosité.

Tableau 2.1 : Le courant DEL lors d'une tension de pile de 9 V

Résistance	DEL rouge	DEL jaune	DEL verte
330 Ω	21,4 mA	21,1 mA	20,8 mA
470 Ω	15,1 mA	14,9 mA	14,7 mA
1.000 Ω	7,2 mA	7,1 mA	7,0 mA

2.4 Lampe de signalisation avec interrupteur

Construisez un simple interrupteur avec du fil de connexion dénudé, comme indiqué dans la figure 2.9. En état ouvert, l'interrupteur représente une interruption du circuit électrique. Si vous appuyez pourtant sur l'interrupteur, vous reliez deux contacts et fermez le circuit électrique. L'élasticité du fil assure que cette liaison est coupée dès que vous relâchez l'interrupteur. La DEL dans le circuit électrique ne s'allume alors tant que vous maintenez enfoncé l'interrupteur.

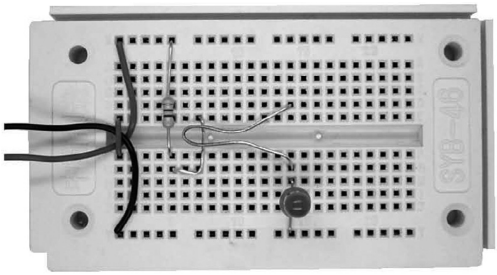

Fig. 2.9: La construction d'un interrupteur en fil

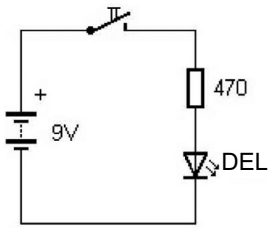

Fig 2.10 : Un circuit avec interrupteur

Ce circuit peut être utilisé comme lampe de signalisation pour des fins différentes. Par principe, ce circuit peut également être utilisé pour transmettre des messages complexes par code Morse. Il faut admettre que l'utilisation du code Morse n'est plus d'usage courant et pas aussi confortable que le courriel ou le téléphone. Mais l'utilisation du code Morse par des signes lumineux peut s'avérer une forme de communication charmante. Avec un peut d'entraînement vous pouvez échanger des informations sur une distance de jusqu'à 100 mètres sans qu'un tiers ne le comprenne.

3 Technique de commutation DEL

Certes, il est simple de monter un circuit donné avec les composants recommandés. Mais qui souhaite maîtriser la technique de commutation devait connaître également la théorie et pouvoir par ex. calculer lui-même les résistances nécessaires dans un circuit électrique. Ce chapitre vous fournit donc la théorie et les essais nécessaires. Associez la théorie à la pratique en calculant et testant vos propres circuits électriques.

3.1 Le seuil diode

Comparé à une ampoule, il paraît d'abord qu'une DEL se comporte bizarrement. Non seulement le courant ne passe que dans un seul sens tandis qu'une ampoule fonctionne sur une polarité quelconque, mais aussi la tension de connexion en sens passant est très critique. Une petite ampoule des données nominales 6 V, 100 mA présente une tolérance élevée par rapport à la tension de connexion réelle. Déjà à partir d'env. 1 V l'ampoule commence faiblement à rougir. En atteignant la tension nominale, on obtient une lumière claire jaunatre-blanchatre. Si on essaye courtement une tension plus élevée, la lumière devient blanche vive. Même une double tension nominale de 12 V ne détruit l'ampoule pas directement mais seulement après quelques secondes ou minutes.

Pour une DEL c'est complètement différent. La tension normale au niveau d'une DEL rouge d'un courant de 10 à 20 mA s'élève à environ 1,8 V. Si on augmente la tension de seulement 0,5 V à 2,3 V, la DEL claquera inévitablement. De manière inverse, la DEL ne s'allume plus du tout si on applique un demi volt de moins. Si on utilise une tension plus élevée, une résistance assure le réglage automatique de la tension correcte.

Essayez maintenant de faire fonctionner une DEL rouge directement sur un élément de 1,5 V sans utiliser de résistance. Comme la tension est ici justement au seuil inférieur il est autorisé cette fois de travailler sans une résistance ballast.

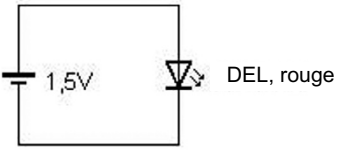

Fig. 3.1: Au seuil inférieur de tension

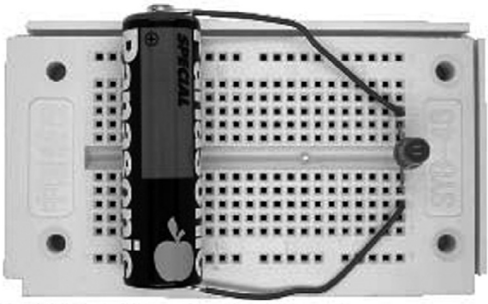

Fig. 3.2: Le branchement direct d'un élément Mignon

Vous constaterez que la DEL rouge s'allume effectivement, mais très faiblement. Insérez maintenant la DEL verte. Résultat : Celle-ci ne s'allume pas ! Effectivement, pratiquement aucun courant ne passe par la DEL verte. La DEL jaune est quelque part entre la DEL rouge et la DEL verte et s'allume avec 1,5 V éventuellement, mais très faiblement.

Quel courant a-t-on pour quelle tension ? La réponse à cette question fournit la courbe caractéristique d'un composant. La figure 3.3 représente la courbe caractéristique mesurée des DEL rouge et verte dans un diagramme commun. On reconnait qu'il n'y a de courant remarquable qu'à partir d'une certaine tension minimale ou „tension de seuil". Lorsque la tension augmente, le courant augmente également de plus en plus raidement. Les mesures ont été arrêtées à un courant de 20 mA juste encore autorisé. Cependant, on peut facilement imaginer la suite des courbes caractéristiques. Une tension légèrement élevée signifie un courant considérablement plus élevé qui peut facilement entraîner la destruction de la DEL.

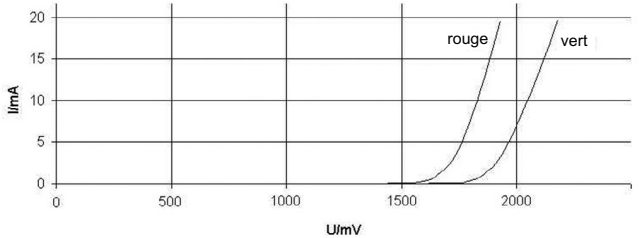

Fig. 3.3: Les courbes caractéristiques DEL

Le diagramme indique clairement les différentes tensions de seuil des DEL rouge et verte. Maintenant est clair pourquoi la DEL rouge s'allume tout juste à 1,5 V tandis que la verte ne s'allume pas du tout. Lors du dimensionnement des circuits DEL on utilise normalement des résistances ballast servant à régler un courant de diode défini. Si on assume un courant de service normal de 20 mA, il en résultent les tensions selon le tableau 3.1 pour les différents types de DEL.

Tableau 3.1 : Les tensions DEL typiques

Couleur DEL	Tension pour 20 mA
Rouge	1,9 V
Jaune	2,1 V
Verte	2,2 V

3.2 Montage en série

Lors d'une tension de pile assez grande de par ex. 9 V vous pouvez monter deux ou plus de DEL en série. Les tensions passants des diodes s'aditionnent dans ce cas de sorte qu'il y a moins de tension au niveau de la résistance ballast. Pour un courant de diode de 10 mA, une DEL rouge et une DEL verte ont une tension de 1,9 V + 2,2 V = 4,1 V. Au niveau de la résistance ballast il y a donc encore une tension de 9 V – 4,1 V = 4,9 V. Pour obtenir effectivement un courant de 10 mA, la résistance doit être calculée de manière correspondante.

R = U/I
R = 4,9 V/10 mA
R = 490 Ω

Le calcul résulte dans la plupart des cas en une valeur de résistance qui se situe hors des valeurs normées. Utilisez dans ce cas la valeur normée directement inférieure, dans ce cas 470 Ω. Dans ce cas, le courant n'augmente que légèrement. Effectivement, les rapports de tension ne se modifient guère en raison de la courbe caractéristique raide des diodes.

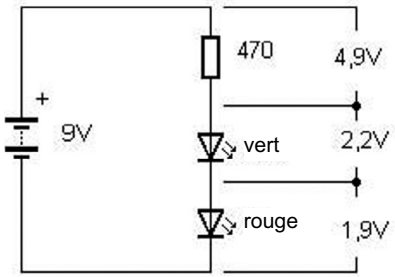

Fig. 3.4: Le montage en série de DEL

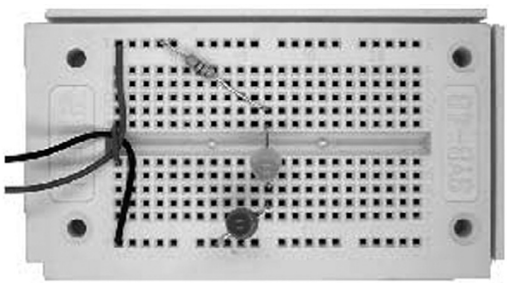

Fig. 3.5: DEL rouge et verte en série

3.3 Peu d'énergie - beaucoup de lumière

Souvant, le montage en série de plusieurs DEL résulte en un meilleur rendement car moins d'énergie est convertit en chaleur inutile dans la résistance ballast. L'objectif est alors de perdre aussi peu de tension que possible au niveau de la résistance ballast. La figure 3.6 indique un dimensionnement possible avec trois DEL de couleur rouge, jaune et vert. La tension de diode commune s'élève à 1,8 V + 2,1 V + 2,2 V = 6,1 V. Au niveau de la résistance ballast il reste une perte de tension de 2,9 V. Pour 20 mA on nécessite alors une résistance de 145 Ω. Mais également avec 220 Ω on obtient encore une bonne luminosité. Au lieu de 20 mA il en résulte un courant de 15 mA. Ainsi on obtien également avec une pile bloc de 9 V une durée de service relativement longue.

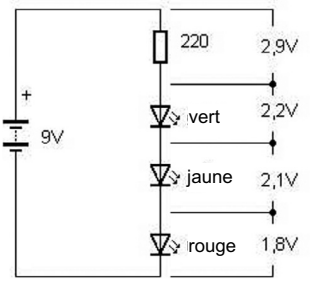

Fig. 3.6: Le montage en série de trois DEL

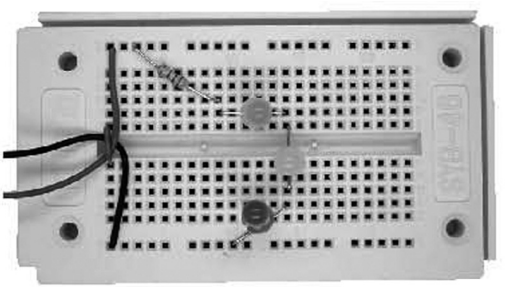

Fig. 3.7: Toutes les couleurs dans une ligne

3.4 Montage en parallèle

Si on sohaite faire fonctionner deux ou plus de consommateurs sur une source de courant commune il y a par principe deux possibilités : le montage en parallèle et le montage en série.

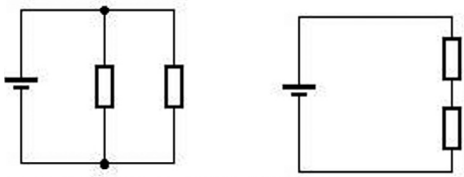

Fig. 3.8: Le montage en parallèle et en série

Si deux consommateurs sont montés en série (fig. 3.8 à droite), ils sont parcourus par le même courant. Chaque consommateur n'obtient cependant qu'une part de la tension de la pile. Ce circuit a été utilisé dans le paragraphe précédent. En cas d'un montage en série de DEL, c'est le même courant qui passe par chacune des DEL. Ainsi on n'a pas la possibilité de régler le courant individuellement. Effectivement, les différentes DEl n'ont pas la même luminosité avec le même courant.

Si ou monte les deux consommateurs en parallèle (fig. 3.8 à gauche), ils obtiennent la même tension. Un exemple est le câblage dans un véhicule. La batterie orésente une tension de 12 V, tout comme toutes les lampes. Elles doivent donc être montées en parallèle. En montant les DEL en parallèle il faut considérer chaque couplage en série de DEL et de résistance ballast comme un consommateur. En raison des tensions DEL différentes il n'est pas possible d'utiliser une résistance ballast commune. Les différences en luminosité peuvent être compensées par l'utilisation de différentes résistances ballast.

Pour chacune des DEL inviduelles il faut respecter le courant maximal et ainsi la résistance ballast minimale admise pour une tension de connexion donnée. Le tableau 3.2 vous fournit un aperçu des résistances minimales.

Tableau 3.2 : Les résistances minimales pour les différentes tensions de connexion

DEL	3 V	6 V	9 V	12 V
Rouge, 20 mA, 1,8 V	60 Ω	210 Ω	360 Ω	510 Ω
Jaune, 20 mA, 2,1 V	45 Ω	195 Ω	345 Ω	495 Ω
Verte, 20 mA, 2,2 V	40 Ω	190 Ω	340 Ω	490 Ω

La figure 3.9 représente un exemple d'un montage en parallèle avec trois DEL à résistance ballast différente. La DEL jaune doit obtenir plus de courant afin de compenser sa luminosité plus faible. Le schéma électrique indique les courants réels mesurés pour chaque DEL. Au total, l'addition des courants révèlent une valeur de presque 30 mA.

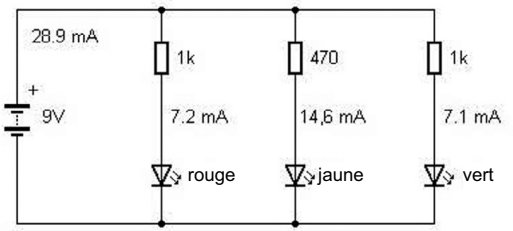

Fig. 3.9: Le montage en parallèle de trois DEL

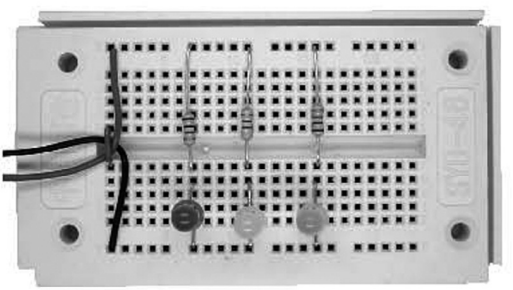

Fig. 3.10 : Une propre résistance pour chaque DEL

3.5 Jeux de couleurs

Construisez un circuit électrique avec une pile de 9 V, une DEL verte et une résistance ballast de 1 kΩ, comme déjà montré au chapitre 2. La DEL verte s'allume comme prévu. Montez ensuite une DEL rouge en parallèle à la DEL verte, donc cathode vers cathode et anode vers anode. Maintenant la DEL rouge s'allume tandis que la DEL verte s'éteint. Cela est peut-être suprenant car un simple interrupteur ou contact suffit pour réaliser une fonction de commutation.

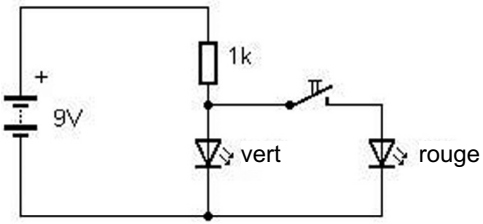

Fig 3.11 : Le montage en parallèle de différentes DEL

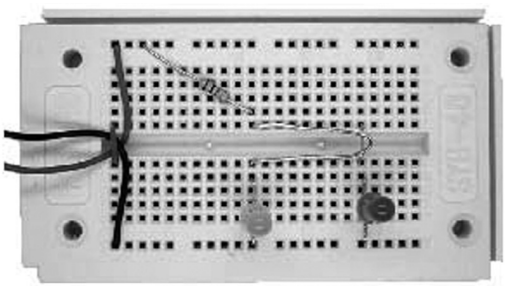

Fig. 3.12 : Le commutation des couleurs par interrupteur

La fonction du circuit s'explique par les différentes courbes caractéristiques des deux DEL. En couplage en parallèle les deux DEL ont la même tension. Lors d'une tension identique, il y a considérablement plus de courant parcourant la DEL rouge que la DEL verte. En ajoutant la DEL rouge, la tension commune est diminuée autant que presqu'aucun courant ne passe par la DEL verte.

3.6 Lampe flash

Un condensateur accumule de l'énergie électrique. Dans un flash d'un appareil photo avec lampe flash Xenon on utilise par ex. un condensateur électrolytique de 100 µF qui est chargé jusqu'à 400 V et peut ensuite dégager une grande énergie de huit watt-secondes.

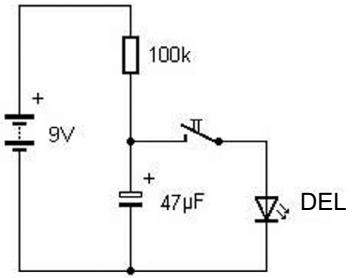

Fig. 3.13 : Une lampe flash DEL avec condensateur électrolytique

Une lumière flash DEL doit être construite de manière plus modeste car la DEL ne peut pas gérer autant d'énergie. Chargez donc le condensateur électrolytique de 47 µF avec une tension de 9 V. En raison de la faible tension, l'énergie de flash s'élève à uniquement 2 mWs. Un très faible courant de charge suffit, une résistance de charge de 100 kΩ est donc suffisant. Après environ cinq secondes, le condensateur électrolytique est suffisamment chargé. Appuyez alors sur l'interrupteur. La DEL étincèle courtement et s'éteint presque complètement ensuite. Seule une très faible luminosité restante est maintenue car le faible courant continue à parcourir la résistance de charge.

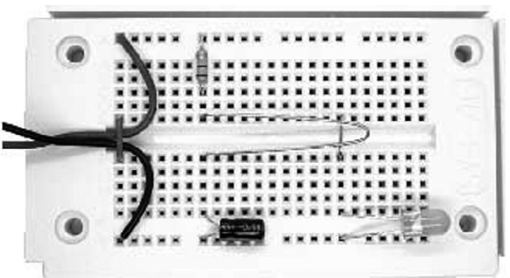

Fig. 3.14 : La lampe flash

4 Appareils de test avec DEL

Souvent, ce sont les petits appareils non compliqués qui nous facilitent le travail. Les simples appareils de test avec DEL comme éléments indicateurs économisent du courant et sont effectifs. Les atouts d'une DEL sont sa bonne luminosité même à faible courant et son seuil de tension qui peut être utilisé en tant que tension de référence.

4.1 Testeur de câbles

Lors de la vérification d'appareils ou installations électriques il est souvent nécessaire de contrôler des liaisons individuelles. L'appareil de test suivant envoie un courant de contrôle à travers la conduite. La DEL s'allume lorsque la liaison fonctionne.
Ainsi vous pouvez chercher les mauvais contacts et les conduites interrompues.
Montez le contrôleur de continuité sur la platine à fiches et faites sortir deux fils longs en tant que câbles de contrôle.

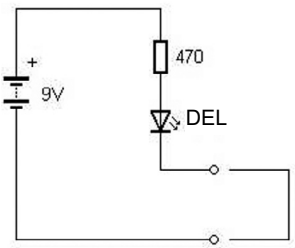

Fig. 4.1 : Contrôle de continuité par DEL

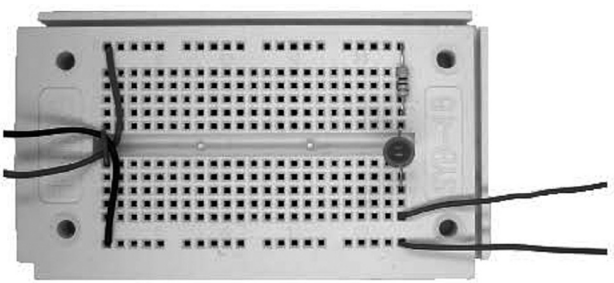

Fig. 4.2 : L'appareil de test avec câbles de contrôle

La DEL ne s'allume pas seulement en cas d'une pleine continuité mais aussi lorsque les consommateur ferment le circuit électrique par une certaine résistance. C'est pourquoi vous pouvez par ex. contrôler les ampoules. De même, la résistance en continu d'un transformateur est assez petit pour allumer clairement la DEL. En cas d'un bloc secteur enficheable défectueux, c'est dans la plupart des cas le fusible thermique interne qui est interrompu. Entre les deux pôles du connecteur secteur on ne trouve plus de passage dans ce cas. Contrôlez également d'autres composants comme les DEL et les résistances. Les DEL indiquent un passage que dans un seul sens et s'allument dans ce cas. Les résistances indiquent une luminosité plus faible en fonction de la valeur de résistance.

4.2 Détecteur d'eau

Le contrôleur de continuité mentionné dans le paragraphe précédent peut être utilisé sans modification comme appareil de test pour mesurer la conductivité d'eau ou d'autres liquides. Si l'on plonge les fils dans de l'eau pure, la DEL s'allume éventuellement très faiblement. Si l'on ajoute un peu de sel, la conductivité augmente considérablement. Le même effet peut être obtenu par le jus d'un citron ou d'autres acides. Dès qu'un courant passe, des petites bulles de gaz se forment au niveau des fils. Les réactions chimiques de l'électrolyse attaquent également la surface des fils. Pour effectuer des essais plus longs il est recommandé d'utiliser des électrodes en charbon ou graphite qui ne sont pas dissolus. Utiliser par ex. des mines de crayon ou des bâtons de charbon d'une vieille pile.

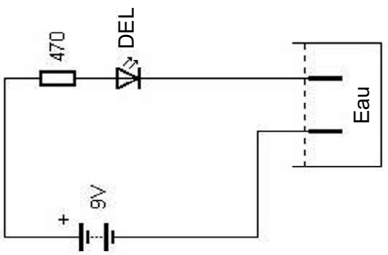

Fig. 4.3 : L'eau dans le circuit électrique

Outre les expériments intéressants au sujet de la conductivité dans les liquides il y a aussi des applications pratiques. Vous pouvez par ex. réaliser des détecteurs des fuites d'eau ou des détecteurs de pluie. Le circuit convient de plus comme capteur d'humidité pour les pots de fleurs. Lorsque l'on enfonce les fils de contrôle dans le terreau, la DEL indique en s'allumant le degré d'humidité.

4.3 Système d'alarme

Comme mesure de sécurité contre le vol et le cambriolage on utilise les contacts actionnés mécaniquement ou magnétiquement au niveau des portes et des fenêtres. Si quelq'un ouvre par ex. une fenêtre, une alarme doit être émise. Dans le cas le plus simple on peut poser un fil fin qui est déchiré en cas d'alarme. Si quelqu'un veut mettre l'alarme hors fonction en coupant le fil, l'alarme retentira également.

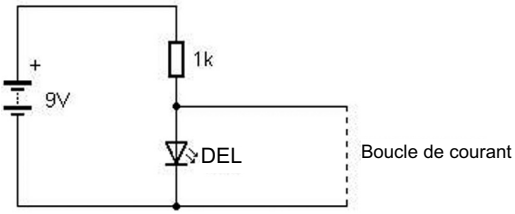

Fig. 4.4 : La DEL court-circuitée

Dans le cas le plus simple la boucle de courant peut être contrôlée par une DEL. La DEL devait être éteinte en état de repos pour ne pas exiger trop d'attention. Ce n'est que lorsque le fil est coupé que la DEL doit s'allumer. La figure 4.4 montre le circuit. Tant que le circuit électrique de contrôle est fermé, le courant DEL est déversé car la DEL est court-circuitée.

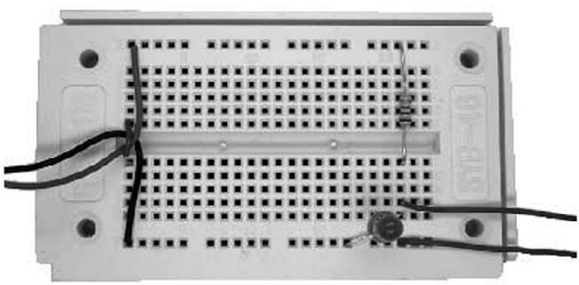

Fig. 4.5 : La boucle d'alarme

Un inconvénient du circuit est qu'il y a un courant permanent d'env. 9 mA même sans alarme. Une pile serait donc rapidement épuisée. On devrait donc utiliser un bloc secteur enficheable.

4.4 Testeur de polarité

Particulièrement avec les blocs secteur enficheable, la polarité est souvent incertaine. Un simple testeur avec deux DEL vous donne de la certitude. Si une source de tension est branchée selon la figure 4.6, la DEL rouge s'allume. Lors d'une polarité inverse, la DEL verte s'allume.

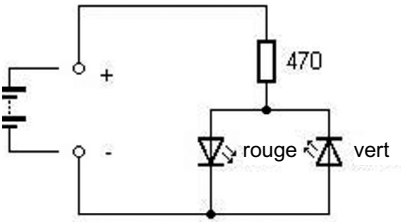

Fig. 4.6 : L'indicateur du sens de courant

Le testeur convient également pour les tensions alternatives. Dans ce cas, les deux DEL s'allument. Ainsi on obtient un appareil contrôleur complet pour des petits blocs secteurs et transformateurs jusqu'à 12 V.

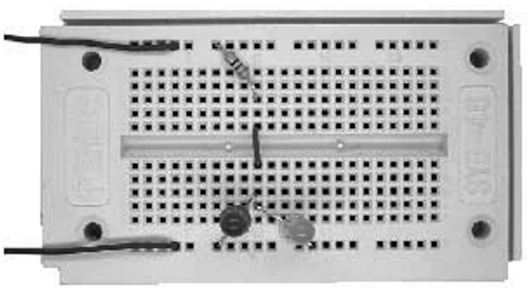

Fig. 4.7 : Le testeur du sens avec câbles de contrôle

4.5 Testeur de piles

Avec DEL vous pouvez construire de simples testeurs de piles qui permettent une évaluation approximative de l'état des piles en aidant à déterminer la tension. Les circuits DEL présentés jusqu'ici utilisent dans la plupart des cas une large plage de tensions et ne montrent que faibles modifications de luminosité lorsqu'une pile est déjà presque usagée. Une exception est le branchement direct d'une DEL rouge à un élément de 1,5 V (voir paragraphe 3.1). Comme 1,5 V sont juste au seuil diode, la DEL ne s'allume qu'en pleine tension.

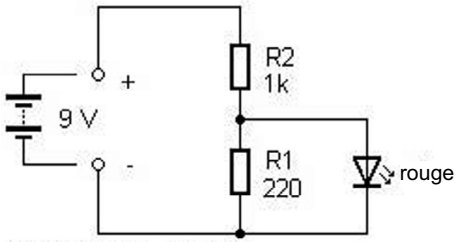

Fig. 4.8 : Un testeur de piles pour 9 V

Grâce à un diviseur de tension de deux résistances, la tension de seuil d'un circuit DEL peut être augmentée à volonté et adaptée aux besoins les plus divers.
Le dimensionnement selon la figure 4.8 pose le seuil à environ 9 V.
A 9 V exact, le diviseur de tension non chargé indique une tension de 1,62 V, donc juste un petit peu au-dessus du seuil de la DEL rouge.

U = Uges x R1/(R1 + R2)
U = 9 Vx 220 Ω/1220 Ω
U = 1,62 V

Dans la pratique, la DEL s'allume tout jouste et très faiblement avec une tension de pile de 9 V. Déjà lors d'une chute légère de la tension, la DEL reste éteinte. Le contrôle est donc trop strict, car peu réaliste. Si l'on agrandit la résistance partielle R1 à 330 Ω, l'indicateur peut fournir une impression correcte de l'état de la pile. A 9 V, la DEL s'allume clairement, à 8 V et 7 V elle s'allume plus faiblement. Ce n'est qu'à partir de 6 V que la DEL s'éteint pour de vrai.

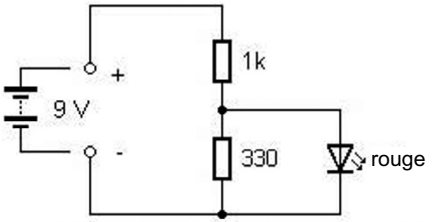

Fig. 4.9 : Le contrôle de tension pour la plage entre 6 V et 9 V

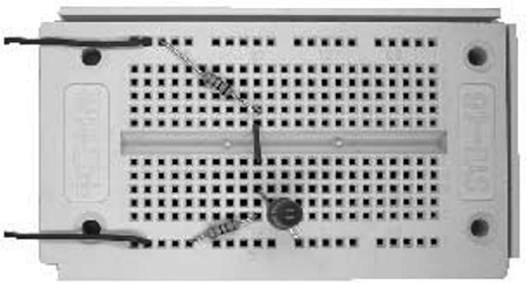

Fig. 4.10 : Le testeur de piles de 9 V

4.6 DEL en tant que capteur de température

Avec un courant identique, la tension sur une DEl se modifie d'env. –2 mV par degré. La dépendance de la température de la courbe caractéristique peut être utilisée pour comparer deux températures. Lorsque l'on monte deux DEL en parallèle selon la figure 4.11, la DEL plus chaude s'allume plus clairement que celle plus froide.

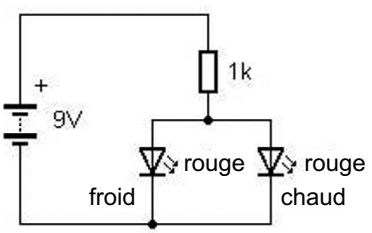

Fig. 4.11 : Le comparaison de températures entre deux DEL

Une différence de température de 10 degrée est bien visible. La chaleur de la main suffit déjà pour obtenir un effet reconnaissable.

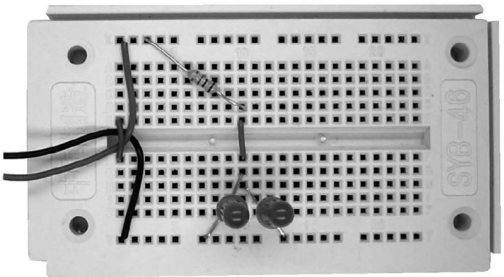

Fig. 4.12 : Température et luminosité identiques ?

Lors d'une différence de température supérieure à 50 degrés, la DEL plus froide est presque éteinte. L'une des DEL peut être chauffée par une flamme ou un fer à souder. Evitez pourtant le contact direct avec la flamme pour ne pas endommager le revêtement plastique. Enroulez la connexion de la cathode de la DEL à chauffer par un bout de fil. A l'extrémité du fil vous pouvez désormais appliquer de manière dosée la chaleur à l'aide d'un briquet. La connexion de la cathode convient très bien pour la transmission de la chaleur car elle mène vers le support du cristal DEL et représente un bon contact thermique. L'anode par contre est reliée par un petit fil fin au cristal.

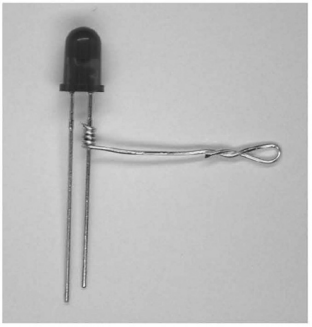

Fig. 4.13 : La transmission de chaleur par un fil

5 Circuits à transistors

Jusqu'ici, l'utilisation de DEL et de résistances suffisait pour tous les essais. Cependant, on trouve les DEL aussi dans les circuits électroniques complexes avec transistors. Les essais suivants fournissent d'abord un court aperçu de la fonction d'un transistor.

5.1 Amplification

Le circuit selon figure 5.1 montre la fonction fondamentale du transistor NPN. Il existe deux circuits électrique. Dans le circuit de commande il y a un petit courant de base tandis que dans le circuit principal il a y un courant de collecteur plus grande. Les deux courants passent ensemble par l'émetteur. Comme l'émetteur se trouve ici au point de référence commun du circuit, on appelle ce type de circuit également circuit émetteur. Dès que le circuit de base est ouvert, il n'y a plus aucun courant de charge non plus. Décisif est que le courant de base est beaucoup plus petit que le courant de collecteur. Le petit courant de base est donc amplifié jusqu'à devenir un courant de collecteur plus élevé. Dans le cas présent, le facteur d'amplification du courant est à peu près 100. La résistance de base est avec 100 kΩ cent fois plus grande que la résistance ballast dans le circuit principal. Le transistor fonctionne dans ce circuit comme un interrupteur. Entre collecteur et émetteur il n'y a qu'une très faible chute de tension. Le courant de collecteur est déjà limité par le consommateur et ne peut plus augmenter. Le courant de collecteur est saturé, le transistor donc entièrement en charge.

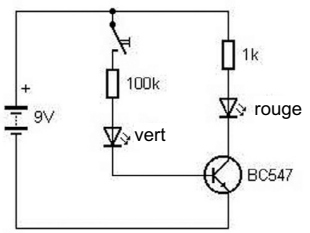

Fig. 5.1 : Un transistor NPN en circuit émetteur

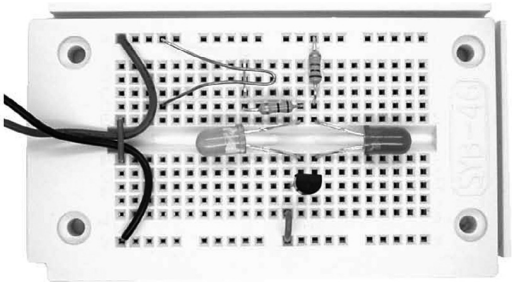

Fig. 5.2 : L'amplification de courant

Les DEL servent à indiquer les courants. La DEL rouge s'allume clairement, la DEL verte ne s'allume guère. Uniquement dans une pièce complètement assombrie, le courant de base peut être reconnu par la DEL verte qui s'allume faiblement. La différence indique la grande amplification du courant.

5.2 Régulation de correspondance

L'alimentation électrique d'un transistor peut être utilisée pour prolonger la durée de décharge d'un condensateur. Le circuit selon figure 5.3 utilise un condensateur électrolytique de 47 µF comme condensateur de charge. Après une courte pression de l'interrupteur il est chargé et fournit alors pour longtemps le courant de base du circuit émetteur.

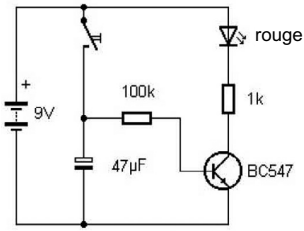

Fig. 5.3 : La mise hors tension retardée

La durée de décharge est considérablement prolongée par la grande résistance de base. La constante de temps s'élève ici à environ cinq secondes. Après ce temps, le courant de base suffit toujours pour une charge entière du transistor.

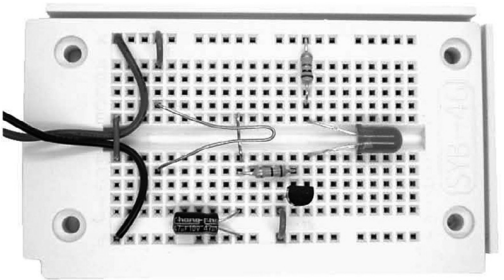

Fig. 5.4 : La lumière d'une minute

Dans la réalisation pratique du circuit suffit une courte pression de l'interrupteur pour allumer la DEL. Puis, elle reste allumée pendant environ cinq secondes et s'affaiblit alors de plus en plus. Après environ une minute on peut toujours reconnaître une lumière très faible. Effectivement, la DEL ne s'éteint pas complètement même après un long temps. Le courant se diminue pourtant pour atteindre des valeurs tellement petites qu'il n'a plus d'effet visible.

5.3 Capteur de contact

Les facteurs d'amplification du courant de deux transistors peuvent être multipliés si l'on amplifie encore une fois le courant amplifié du premier transistor en tant que courant de base du deuxième transistor. Le circuit Darlington selon figure 5.5 relie les deux collecteurs de sorte qu'on voit un élément à trois connexions qu'on appelle également transistor Darlington.

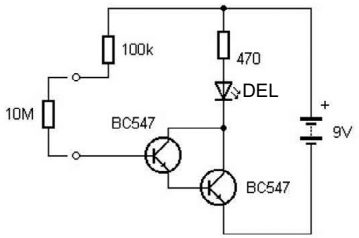

Fig. 5.5 : Le circuit Darlington

Si l'on assume un facteur d'amplification de 300 pour chacun des transistors, le circuit Darlington a une amplification de 90000. Dans ce cas, une résistance de base de 10 MΩ conduit déjà assez pour allumer la DEL. Dans l'essai réel on peut utiliser un contact direct au lieu de la résistance à impédance extrême haute. En raison de l'amplification élevée il suffit déjà un léger contact par un doigt sec. La résistance de protection supplémentaire dans l'amenée de la pile protège les transistors au cas que les contacts directs devraient être reliés directement par inadvertance.

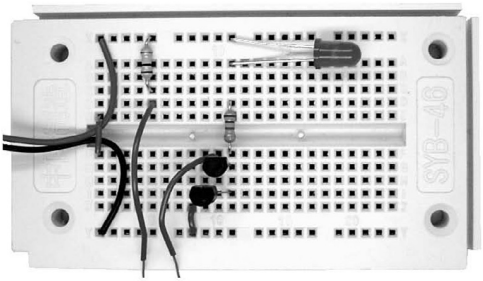

Fig. 5.6 : Le capteur de contact

5.4 DEL en tant que capteurs de lumière

Normalement, presqu'aucun courant ne passe par une diode lorsqu'elle est reliée à une tension en sens inverse. En fait on trouve cependant un très petit courant inverse de par ex. quelques nanoampères qui peut en général être négligé. L'amplification élevée du circuit Darlington permet pourtant des expériments avec des courants extrêmements petits. Ainsi même le courant inverse d'une diode luminescente dépend par ex. l'éclairage. Une DEL est donc en même temps une photodiode. Le photocourant extrêmement petit est amplifié par deux transistors jusqu'à ce que la deuxième DEL s'allume.

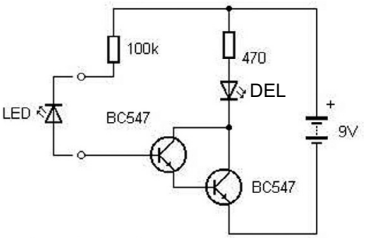

Fig. 5.7 : L'amplification du courant inverse DEL

Dans l'essai pratique, la DEL droite est visiblement allumée, même à lumière ambiante normale. Mettant la DEL de capteur par la main dans l'ombre influence visiblement la luminosité de la DEL d'indicateur.

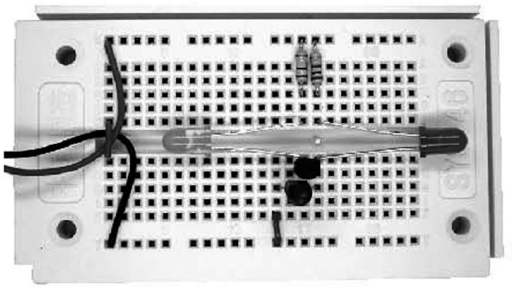

Fig. 5.8 : Le capteur de lumière DEL

5.5 Luminosité constante

Parfois on nécessite un courant constant aussi indépendant que possible de toute variation de tension. Une DEL s'allumerait donc avec la même luminosité même si la pile présente déjà une tension plus faible. Le circuit selon fiture 5.9 représente un circuit simple de stabilisation. Une DEL rouge à l'entrée stabilise la tension de base à environ 1,6 V. Comme la tension émetteur de base s'élève toujours à environ 0,6 V, une tension d'env. 1 V est active au niveau de la résistance émetteur. La résistance détermine donc le courant émetteur. Le courant de collecteur correspond preesque entièrement au courant émetteur qui n'est plus grand qu'à cause du très petit courant de base. La DEL dans le circuit collecteur ne nécessite aucune résistance ballast comme le courant DEL est régulé par le transistor.

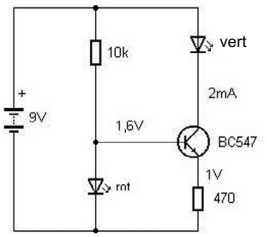

Fig. 5.9 : Une source de courant stabilisée

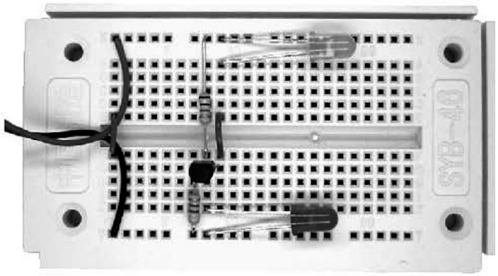

Fig. 5.10 : Stabiliser la luminosité DEL

Vérifiez les résultats par une pile neuve et une pile très usagée. Dès qu'une certaine tension restante existe, la DEL reste allumée avec presque la même luminosité.

5.6 Capteur de température

Le circuit selon figure 5.11 représente ce que l'on appelle un miroir de courant. Le courant passant par le résistance de 1 kΩ se reflète dans les deux transistors et réapparaît dans presque le même niveau en tant que courant de collecteur du transistor à droite. Comme dans le transistor à gauche la base et l'émetteur sont interconnectés, une tension d'émetteur de base se règle automatiquement qui mène vers le courant de collecteur donné. Théorétiquement, le deuxième transistor avec exactement les mêmes données et la même tension d'émetteur de base devrait alors indiquer le même courant de collecteur. Dans la pratique il y a cependant presque toujours de légères différences.

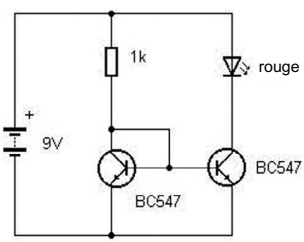

Fig. 5.11 : Le miroir de courant

La condition pour obtenir des données de transistor identiques est difficile à remplir dans la pratique. Le circuit est utilisé notamment dans les circuits intégrés où de nombreux transistors sur un chip présentent les mêmes données. La température identique des deux transistors est également importante car la courbe caractéristique de transmission se modifie en fonction de la température.

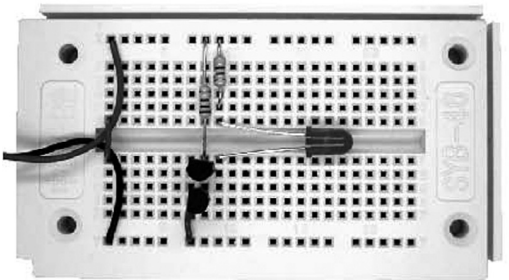

Fig. 5.12 : Le transistor en tant que capteur de température

Dans la pratique, le miroir de courant peut très bien être utilisé en tant que capteur de température. Touchez l'un des transistors par le doigt. Le chauffage qui en résulte modifie le courant de sortie et sera visible dans une modification de luminosité de la DEL. En fonction du transistor que vous touchez vous pouvez augmenter ou diminuer la luminosité légèrement.

5.7 Allumer et éteigner

Un circuit avec deux états stables est appelé bascule électronique. Une DEL est ou bien allumée ou bien éteinte, mais jamais demi-allumée. La figure 5.13 montre le circuit typique d'une simple bascule électronique.

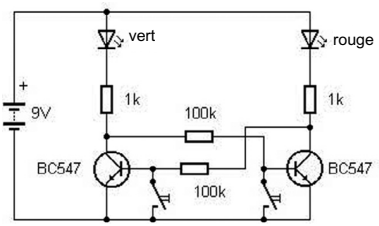

Fig. 5.13 : Une bascule électronique bistable

Le circuit bascule dans l'un des deux états possibles : Si le transistor à droite conduit, celui à gauche est bloqué et vice versa. Le transistor conducteur a une tension de collecteur plus faible et éteint ainsi le courant de base de l'autre transistor. C'est pourquoi un état une fois repris reste stable jusqu'à ce qu'il est modifié par un interrupteur.

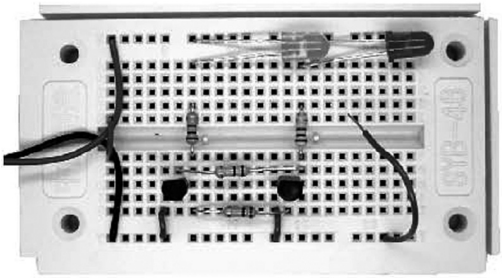

Fig. 5.14 : La simple bascule électronique

Allumez la tension de service. Vous constaterez que l'une des deux DEL s'allumera. Il est pourtant impossible à prévoir laquelle des deux sera allumée. Dans la plupart des cas, c'est la différente amplification du courant des transistors qui décide du côté vers lequel le circuit basculera.

Utilisez maintenant un fil de liaison avec lequel vous bloquez l'un des deux transistors. L'état repris sera maintenu après l'enlèvement du fil de liaison. Les deux états sont également appelés mis (Set, S) et remis (Reset, R), d'où vient également la désignation bascule-R-S.

5.8 Clignotant DEL

Ici on construit une bascule électrique qui bascule automatiquement. Le circuit requiert tout comme la bascule R-S deux transistors en circuit émetteur. La rétroaction de la sortie vers l'entrée passe par un condensateur qui se recharge et se décharge toujours.

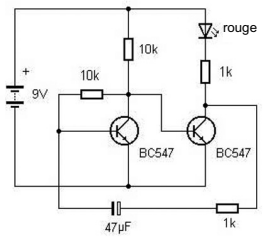

Fig. 5.15 : Le multivibrateur

La condition nécessaire pour un amorçage assuré du circuit est un point de fonctionnement central sans rétroaction. Autrement, le transistor de sortie est ou bien entièrement bloqué ou entièrement en charge. Le circuit entier n'aurait donc pas assez d'amplification pour pouvoir produire des oscillations. Une forte contre-réaction au niveau du premier transistor assure ici un point de fonctionnement central. La rétroaction par un RC domine pourtant ce qui a finalement pour effet que le transistor de sortie est bloqué et mis entièrement en charge en alternance.

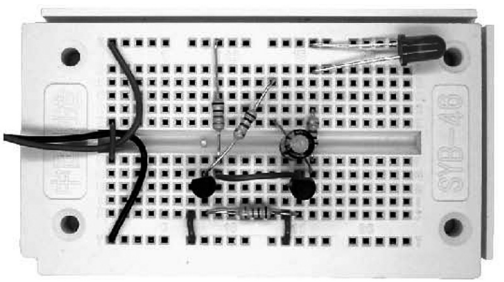

Fig. 5.16 : Le clignotant DEL

Montez le circuit d'abord sans le condensateur de réaction.
La DEL devait s'allumer faiblement comme le transistor de sortie n'est pas entièrement en charge. Le condensateur intégré, la DEL s'allume complètement et s'éteint complètement en alternance. Avec le condensateur de 47 µF, la DEL clignote à peu près une fois par seconde.

Ⓕ Information légales

Ce mode d'emploi est une publication de la société Conrad Electronic SE, Klaus-Conrad-Str. 1, D-92240 Hirschau (www.conrad.com).

Tous droits réservés, y compris de traduction. Toute reproduction, quelle qu'elle soit (p. ex. photocopie, microfilm, saisie dans des installations de traitement de données) nécessite une autorisation écrite de l'éditeur. Il est interdit de le réimprimer, même par extraits.

Ce mode d'emploi correspond au niveau technique du moment de la mise sous presse. Sous réserve de modifications techniques et de l'équipement.

© Copyright 2009 by Conrad Electronic SE.

01_0709_01/AB